

Análisis fitolíticos del perfil sedimentario Los Loros, de la Formación El Palmar (Pleistoceno superior), en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina

Patterer, Noelia I.^{1,2}; Zucol, Alejandro F.^{1,2}; Mariana Brea^{1,2}

¹ Laboratorio de Paleobotánica, Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTP-CONICET), Dr. Materi y España s/n, Diamante (E3105BWA), Entre Ríos, Argentina.

² Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Subsede Diamante, UADER. Sarmiento y Etchevehere SN (E3105XAB), Diamante, Entre Ríos.

E-mails: noepatt1@hotmail.com; cidzucol@infoaire.com.ar; cidmbrea@infoaire.com.ar

► **Resumen** — En la presente contribución se describen las asociaciones fitolíticas de la Formación El Palmar (Pleistoceno superior) en el perfil Los Loros, ubicado en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina. Para su estudio, las muestras sedimentarias obtenidas siguiendo la estratigrafía del perfil, fueron procesadas mediante la metodología convencional para la obtención de los microrestos silíceos, ajustando la misma para el procesamiento de muestras de origen fluvial. En general, los resultados indicaron que las asociaciones fitolíticas quedaron definidas por la presencia de fitolitos sin poder diagnóstico como elongados, flabeliformes, poliédricos, aguzados, afines a la familia Poaceae, así como, fitolitos bilobados del tipo panicoides, globulares arecoideos, principalmente del tipo esféricos de superficie espinosa, acompañados por fitolitos en forma de conos truncados, afín a la subfamilia Danthonioideae, escasa presencia de fitolitos pooides del tipo oblongos y crenados, y aquellos derivados del tejido de conducción. Por otra parte, las espículas de espongiarios, estomatocistes de crisostomatáceas y frústulos de diatomeas estuvieron presentes en gran parte de estas asociaciones. En lo referente al grado de conservación de los morfotipos, se observaron dos poblaciones claramente diferenciables. Una en la cual los fitolitos de mayor tamaño presentaban superficies desgastadas, porosas y con signos de transporte, y otra en la que los fitolitos de menor tamaño no evidenciaron estos signos, salvo los fitolitos globulares que en algunos casos mostraban superficie levemente desgastada, sobre todo en la forma de las espinas. En su conjunto, el registro hallado describe una paleoflora principalmente de ambiente cálido y húmedo para esta secuencia sedimentaria.

Palabras clave: Fitólitos, Formación El Palmar, Pleistoceno superior, Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina.

► **Abstract** — "Phytolith analysis from Los Loros profile, El Palmar Formation (Upper Pleistocene) in El Palmar National Park, Entre Ríos, Argentina". In the paper the phytolith assemblages of El Palmar Formation (Upper Pleistocene) in Los Loros profile were described, located in the El Palmar National Park, Entre Ríos, Argentina. The sedimentary samples was obtained following the stratigraphy of profile, were processed by conventional methodology for obtaining the siliceous microremains adjusting the same for processing samples of fluvial origin. The phytolith assemblages were defined by the presence of non-diagnostic phytolith types, for example elongated, fan shaped, polyhedral, point shaped of Poaceae affinity, as well as bilobate of panicoid type, globulars of arecoids affinity mainly of type spiny spherical surface, accompanied by truncated cones to the Danthonioideae affinity, low presence of oblong and crenate type of pooids affinity, and those derived from the conduction tissue. Moreover, the spicules of sponges, chrysostomatacea estomatocysts and diatoms were present in most of these associations. Regarding the degree of conservation of the morphotypes showed two clearly differentiated populations. The larger phytoliths had worn and porous surface and transportation signs, and another in which the smaller phytoliths showed no such signs. The record describes a warm and humid paleoflora for this sedimentary sequence.

Keywords: Phytoliths, El Palmar Formation, Upper Pleistocene, El Palmar National Park, Entre Ríos, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La Formación El Palmar (Pleistoceno tardío), se encuentra depositada en una faja de varios kilómetros de ancho contorneando el río Uruguay. En el Departamento de Colón, en donde se focalizó este estudio, se extiende hasta unos 5 km al oeste de la ruta Nacional N°14. Esta unidad está integrada por arenas de cauce que incluyen grandes lentes de gravas y cantos rodados, como así también, depósitos de facies arenosas de inundación y de albardón, configurando un complejo fluvial de llanura (Iriondo, 1980; Iriondo y Kröhling, 2008; Kröhling, 2009). En esta área se encuentra el Parque Nacional El Palmar, reserva creada en 1965 con el objetivo de conservar un sector representativo de los palmares de *Butia yatay* (Mart.) Becc. El Parque se localiza en el centro-este de la provincia de Entre Ríos y presenta numerosos

afloramientos de la Formación El Palmar, tanto en canteras abandonadas, como en secciones de los arroyos Los Loros y El Palmar (Figura 1). Los palmares de yatay se distribuían originalmente no sólo en esta región, sino también en sectores de las provincias de Santa Fe y Corrientes, donde su población se vio disminuida notablemente debido a la instalación de cultivos, el aprovechamiento de las palmeras y el pastoreo excesivo. Si bien el área de estudio es representativa de la eco-región espinal, resulta también de la confluencia de especies típicas del pastizal pampeano y de la selva paranaense (Diners-tein *et al.*, 1995), siendo los palmares de yatay comunidades serales de la provincia fitogeográfica del Espinal (*sensu* Cabrera, 1953), los cuales en la actualidad se desarrollan en condiciones de un clima templado húmedo según el sistema de clasificación climática de Köppen (APN, 1994).

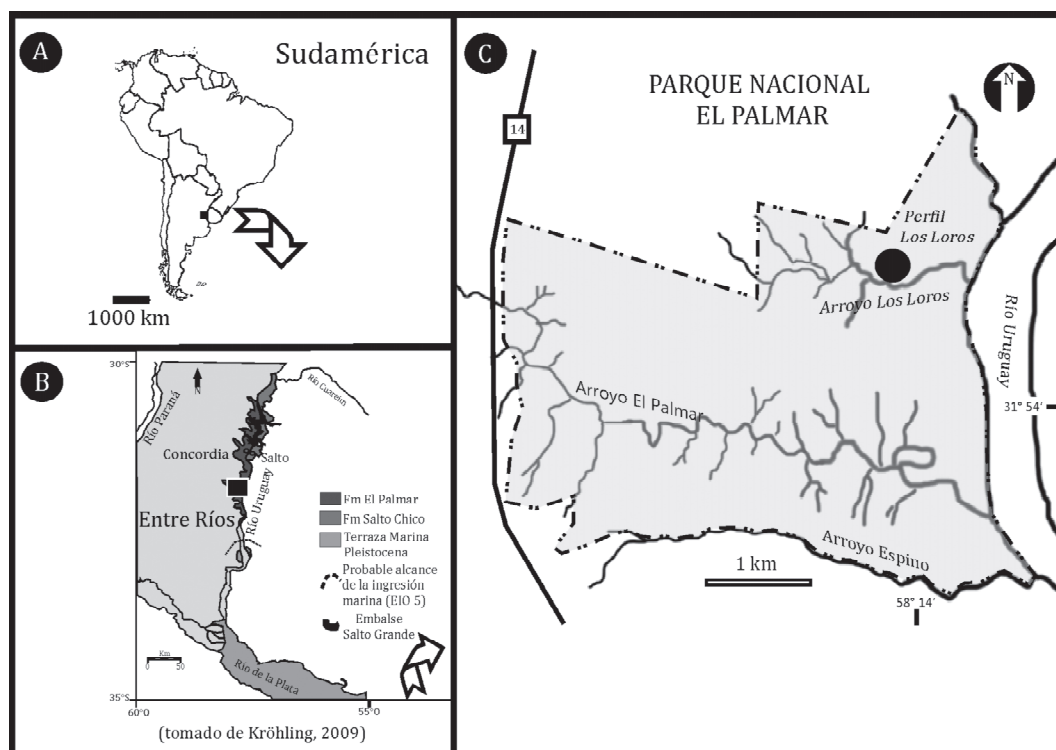


Figura 1. Mapa geográfico del área de estudio. A: ubicación general del área de estudio en Sudamérica. B: área de distribución de la Formación El Palmar en la provincia de Entre Ríos (tomado y modificado de Kröhling, 2009). C: mapa del Parque Nacional El Palmar donde se detalla el sitio de muestreo del perfil Los Loros.

En lo que respecta a los antecedentes paleontológicos de la Formación El Palmar, los principales aportes están dados por los estudios paleoixilológicos (Lutz 1979, 1980, 1984 y 1986; Brea 1994, 1998, 1999, Brea *et al.*, 1999, 2000, 2001, 2010 y Ramos *et al.*, 2012). Mientras que el primer registro de vertebrado fósil fue por mucho tiempo *Stegomastodon platensis* Ameghino (Tonni, 1987) asignándole una edad mamífero Lujanense a la formación. En la actualidad dicho registro se ha ampliado con la descripción de nuevos taxones (Ferrero *et al.*, 2007; Ferrero, 2009; Brandoni *et al.*, 2010).

En lo referente al conocimiento fitolítico de esta formación, Zucol *et al.*, (2005) describen la presencia de fitolitos en estos sedimentos fluviales. Estudios que fueran continuados durante los últimos años (Patterer, 2010, 2012; Patterer y Brea, 2011; Patterer *et al.*, 2012 a y b), siendo el presente artículo una contribución al conocimiento paleoflorístico de esta formación.

METODOLOGÍA

El perfil sedimentario que se denominó perfil Los Loros, por encontrarse próximo al arroyo homónimo (31°51'24.3" S; 58°14'0.27" O) se encuentra en el Parque Nacional El Palmar (Figura 1). Con una potencia de 3,60 m, el muestreo se realizó de manera continua cada 10 cm cuando el sedimento lo permitía, en el caso en el que el sedimento se tornaba muy duro o algo cementado (estrato de conglomerados clasto soportados o arenas cementadas), el muestreo se realizó siguiendo la diferenciación de los estratos, obteniendo por lo menos una muestra por estrato identificado a campo en el perfil, logrando de esta forma un total de 23 muestras (Figura 2); las mismas fueron embolsadas, rotuladas y se encuentran depositadas en la colección de muestras sedimentarias (ID: CIDPALBO-MS1810-1826 y 1828-1835) y de preparados microscópicos (CIDPALBO-MIC 1374-1386) del Laboratorio de Paleobotánica del CICYTTP-CONICET.

Para su procesamiento, en una primera instancia se realizó un análisis granulométrico

de las mismas (Patterer, 2012), por el método del pipeteado (Gee y Bauder, 1986) para tamaños de granos < 62 μm y tamizado para tamaños de granos mayores. Sobre la base de estos resultados se comprobó la presencia de valores mínimos de material fino, principalmente del tamaño de grano correspondiente a fracción menor a limos gruesos (partícula de tamaño < 53 μm). Considerando que para un material principalmente limoso la cantidad inicial de material a procesar es aproximadamente 10 gr (*sensu* Zucol *et al.*, 2010), se elevó la cantidad de muestra inicial, llevándola a 1500 gr de material. Como el volumen inicial resultó demasiado grande, se optó por realizar una separación granulométrica previa mediante tamices. De esta manera, solo se seleccionó el material < 250 μm para su tratamiento y posterior análisis. Sobre esta separación se implementaron los tratamientos preliminares que tuvieron por objeto limpiar y desagregar física y químicamente la muestra, permitiendo la liberación de los fitolitos. Entre ellos, se incluyó la eliminación de sales solubles, carbonatos, barnices y/o cementos y materia orgánica.

Con la muestra limpia se realizó la separación granométrica, la cual tuvo por finalidad separar las partículas en dos fracciones: fina (partículas con diámetros entre 5-53 μm) y mediana (entre 53-250 μm) principales portadoras de fitolitos; para finalizar se realizó la separación densimétrica con politungstato de sodio (densidad: 2,345 gr/cm³).

Una vez concentrado el material biosilíceo, se realizaron preparados microscópicos, tanto en medio líquido, como fijos en medio permanente. Se contaron entre 300 y 400 morfotipos por muestra y con ellos se confeccionó una matriz básica de datos. La identificación de los morfotipos se realizó de acuerdo a la clasificación propuesta por Patterer *et al.* (2011), siguiendo el esquema de Twiss (1992). El procesamiento de la información y su graficación en diagramas fitolíticos se realizaron con el programa POLPAL, *Numerical Análisis* (Walanus y Nalepka, 2000; Nalepka y Walanus, 2003).

RESULTADOS

El perfil presentó dos secciones de acuerdo a la presencia de material biosilíceo (la cual se registró hasta los 1,70 m de profundidad). La sección inferior (1828-1835) se caracterizó por no presentar material biosilíceo; en la misma, los estratos se componían de arenas masivas de textura mediana a gruesa y coloración rojiza y conglomerados de matriz sedimentaria arenosa, sin estructuras internas.

La sección del perfil que presentó material biosilíceo (1810-1818), desde el punto de vista granulométrico se caracterizó por la presencia de estratos de conglomerados de gravas masivas, matriz soportada sin estructuras. La matriz era preferentemente areno-arcillosa, los clastos no presentaron selección y las coloraciones fueron desde los to-

nos amarillos a rojos, mostrando contacto abrupto entre las capas. También se observaron estratos areno-limo-arcillosos con laminación interna fina, de coloración pardo-rojiza y estratos arenosos de grano fino a muy grueso, de arenas rojizas, con estructura horizontal o poco clara (Figura 2) (Patterer, 2012).

Considerando entonces la sección superior del perfil (muestras 1810-1818), tal como se observa en el diagrama fitolítico (Figura 3) se pueden reconocer dos conjuntos de asociaciones claramente marcadas por la presencia de diferentes morfotipos fitolíticos. Una de ellas, LLI (1815, 1814, 1813, 1812 y 1811), caracterizada por presentar de forma casi exclusiva, fitolitos de mayor tamaño con afinidad graminoide sin poder diagnóstico, tales como, frecuentes fitolitos elongados de bordes lisos (Mp09), ondula-

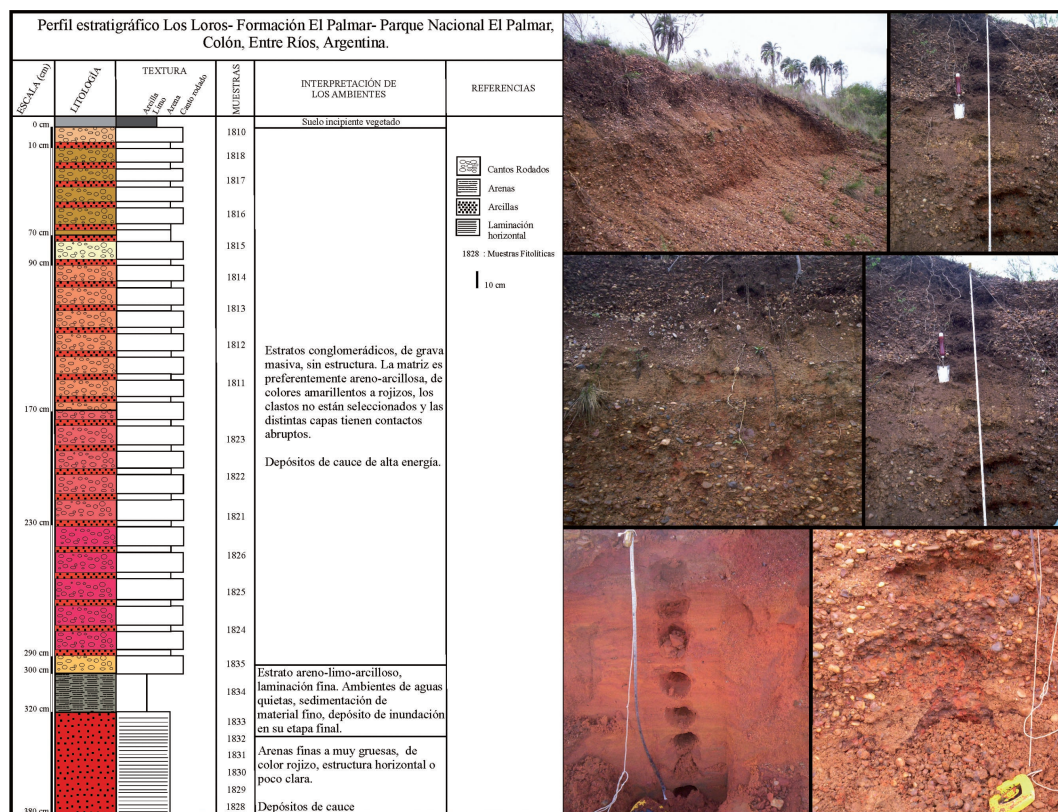


Figura 2. Gráfico del perfil sedimentario Los Loros, muestras fitolíticas e interpretación de los ambientes. La lámina de fotos muestra una visión general del perfil y detalles de los estratos y toma de muestras.

dos (Mp08), largos y finos (Mp04), y otros de sección media ensanchada (Mp01); también resultaron abundantes los fitolitos poliédricos de variado tamaño (Sx01, Sx02, Sx03, Mx01, Mx02 y Mx03) y elementos en forma de flabelos, principalmente los morfotipos Fl01, Fl03, Fl04, Fl07 y Fl08. En lo que respecta a su estado de conservación, estos elementos en su mayoría presentaron sus superficies desgastadas con signos claros de haber sufrido un transporte previo a su deposición.

En lo que respecta a la presencia de fitolitos de menor tamaño, fue escasa a rara la presencia de fitolitos panicoides del tipo bilobado, globulares de afinidad arecoide y fitolitos en forma de conos truncados (danthonioides). Otros biolitos que se observaron de forma frecuente fueron, espículas de espongiarios, estomatocistes de crisostomatáceas y frústulos de diatomeas.

En el segundo conjunto de asociaciones fitolíticas (LLII) que abarcan la sección superior del perfil (1810, 1818, 1817 y 1816), su composición queda definida por la presencia de fitolitos de mayor tamaño ($>40\ \mu\text{m}$), tanto elongados de los tipos Mp09 (Figura 4 A2 y A3), Mp08 (Figura 4 A1) y Mp04; como así también, los poliédricos de los ti-

pos Sx01, Sx02 y Sx03 (Figura 4 C) y Mx01, Mx02 y Mx03; a su vez, de manera muy frecuente se observaron fitolitos en forma de flabelos (Figura 4 B1-3), de los cuales los morfotipos Fl04 y Fl03 fueron los más abundantes, y además resultó muy frecuente encontrar fitolitos aguzados (Figura 4 E1-4) como los Ac01, Ac02, Ac06 y Ac07. De manera escasa se presentaron elementos flabelformes de los tipos Fl01, Fl05, Fl06 y Fl08. Entre los fitolitos de menor tamaño ($<40\ \mu\text{m}$), los bilobados panicoides de los tipos Ha01, Ha04, Ha07, Ha08 y Ha10 (Figura 5 F1-14) y los fitolitos globulares, en especial del tipo esférico espinoso (Gl04) (Figura 5 H1-7) resultaron abundantes. Los que se asociaron con fitolitos en forma de conos truncados (Figura 5 G1-7), de los cuales los tipos Ct03 y Ct05 fueron los más abundantes, y escasos fitolitos pooides del tipo oblongos y crenados (Figura 5 J1 y 2), siendo el tipo Oc01 el más frecuente y los Oc02 y Oc03 menos abundantes. Los fitolitos chloridoides, en forma de sillas de montar (Sm01 y Sm02) (Figura 5 I1-5) se observaron de manera escasa. Fue frecuente encontrar en las muestras fitolitos elongados cortos de borde lisos (Mi01) (Figura 4 A4-7). Otros elementos observados en forma rara, fueron los fitoli-

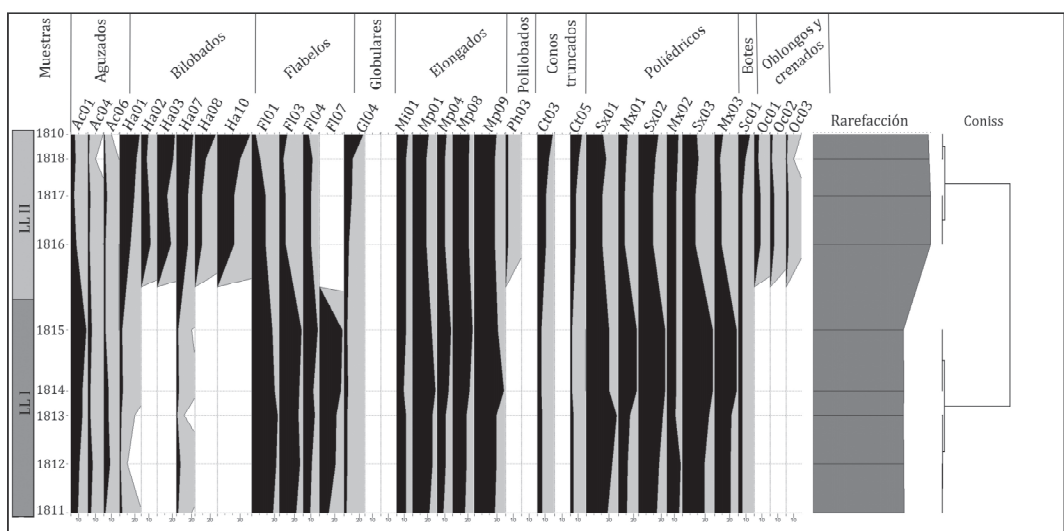


Figura 3. Diagrama fitolítico de muestras de la sección superior del perfil Los Loros, zonificación de las asociaciones fitolíticas (LLI y LLII), rarefacción de la abundancia de los morfotipos y diagrama de agrupamiento (Coniss).

tos derivados de porciones de tejido de conducción.

En ésta sección, el grado de preservación de los fitolitos presentó tanto fitolitos de mayor tamaño desgastados como sanos en similares proporciones. Los morfotipos más pequeños se presentaron sin signos de desgaste. Salvo los fitolitos globulares que en algunos casos se evidencia en su superficie un leve desgaste, sobre todo en los ápices de las espinas.

DISCUSIÓN

Del perfil estudiado, se pueden remarcar dos secciones generales, una sección inferior de arenas de grano medio a grueso de estructura masiva y color rojizo (1828-1835) y sobreyaciendo a esta, una capa de conglomerados masivos sin estructura interna (1821-1826), que se caracterizaron por la ausencia de material biosilíceo. Una sección superior de 1,70 m de espesor que se caracteriza por la presencia de material biosilíceo, la cual por su composición fitolítica puede dividirse en dos zonas: la inferior (LLI), de conglome-

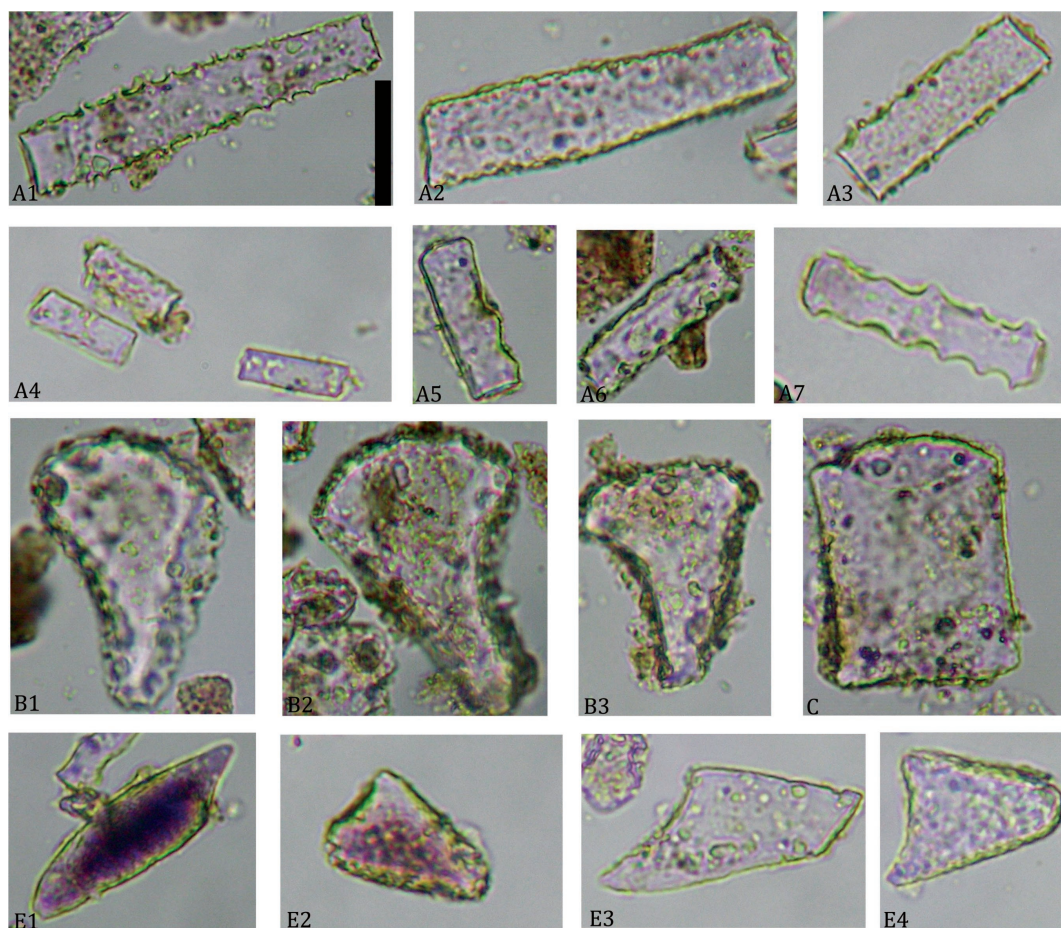


Figura 4. Macrofitolitos presentes en las muestras del perfil Los Loros y sus respectivos acrónimos. A1: fitolito elongado de bordes ondulados (Mp08). A2 y A3: fitolitos elongados de bordes lisos (Mp09). A4 y A6: fitolitos elongados cortos de bordes lisos (Mi01). A5 y A7: fitolitos elongados de bordes ondulados. B1-B3: fitolitos flabeliformes (Fl07). C: fitolito poliédrico (Sx01). E: fitolitos aciculares. E1: (Ac04). E2 y E4: (Ac02). E3: (Ac06). Escala en A1: 20 μ m, válida para el resto de las imágenes.

rados de matriz sedimentaria arenosa de grano grueso, definida por la presencia de elementos de mayor tamaño con evidentes signos de transportes (1811-1815). La afinidad botánica de estos elementos es graminoide sin claro valor diagnóstico. Mientras que por su parte, la zona superior (LLII), en un estrato de conglomerados de matriz areno-arcillosa/limosa, con la presencia de fitolitos de menor tamaño ($<40\ \mu\text{m}$), dentro de este grupo se destacan elementos de afinidad arecoide y graminoide, principalmente del tipo panicoides y danthonioides, en menor cantidad fitolitos de afinidad chloridoides y rara la presencia de fitolitos de afinidad pooide. Estos elementos se observaron enteros sin signos marcados de transporte. Con respecto a la interpretación sedimentaria, si bien todos los niveles presentaron cantos rodados,

lo que variaba en cada caso era la matriz sedimentaria. Esto explicaría la pérdida de los fitolitos más pequeños en algunos niveles, los cuales no fueron encontrados allí, como resultado de una selección del material depositado.

Zucol *et al.* (2005) describieron en la localidad fosilífera LF El Palmar 1-99 en el Parque Nacional El Palmar realizada en las cercanías de este perfil estudiado, un nivel fosilífero (Nivel fosilífero 1 (NF1)) que es la única paleocomunidad *in situ* de la Formación El Palmar integrada exclusivamente por moldes de tocones basales de *Palmoxydon* sp. El diámetro promedio de los estípites dio un valor de 38,6 cm y una altura promedio estimada de 14 m. Los valores obtenidos en los ejemplares fósiles coinciden con los obtenidos en las comunidades de *Butia yatay* que

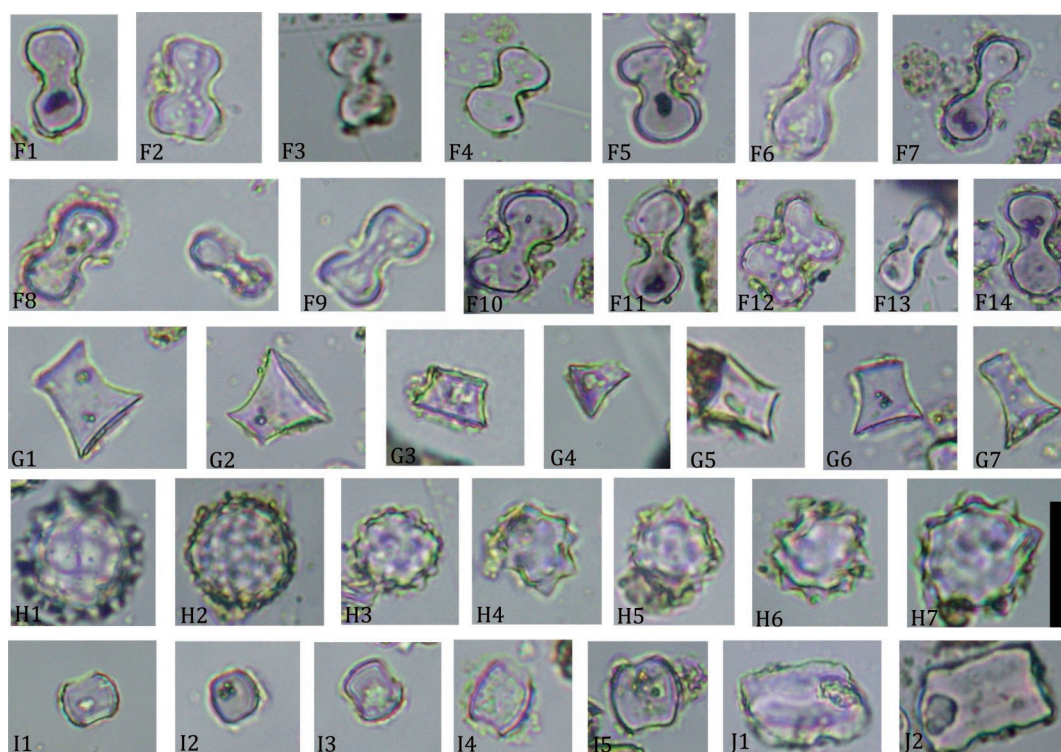


Figura 5. Microfitolitos presentes en las muestras del perfil Los Loros y sus respectivos acrónimos. F: fitolitos bilobados. F1, F3, F4 y F8: (HaO1). F2: (Ha1O). F6, F7, F13, F14: (HaO3). F5, F10 y F11: (Ha13). F12: (HaO7). G: en forma de conos truncados. G1, G4 y G7: (CtO5). G2, G3, G5 y G6: (CtO3). H1-H7: fitolitos globulares espinosos (GlO4). I: en forma de sillas de montar. I1-I3: (SmO1). I4-I5: (SmO2). J1 y J2: fitolitos oblongos y crenados (OcO3). Escala en H7: 20 μm , válida para el resto de las imágenes.

habitan hoy en el Parque Nacional El Palmar (ver tabla 3 en Zucol *et al.*, 2005) y se relacionan más estrechamente con los palmares abiertos (~100 individuos/ha), y semidensos (~250 individuos/ha). El Nivel fosilífero 2 (NF2) está caracterizado por componentes arbóreos de angiospermas dicotiledóneas de origen parautóctono integrado por Myrtaceae, Lauraceae, Combretaceae, Anacardiaceae y Leguminosae (Brea *et al.*, 2001; Zucol *et al.*, 2005; Ramos *et al.*, 2012), registros de maderas fósiles que se interpretan como pertenecientes a bosques mixtos húmedos y secos. Estos autores describen en el perfil de la misma localidad fosilífera, dos asociaciones fitolíticas claramente diferenciables, basadas en la presencia y frecuencia relativa de sus morfotipos. Para el caso de los resultados obtenidos en el perfil Los Loros, las asociaciones encontradas concuerdan con los datos obtenidos por Zucol *et al.* (2005), ya que en el mismo los autores zonificaron el perfil a través de sus asociaciones fitolíticas, basadas en el origen de las mismas (fluvial-continental) y el grado de conservación. Asimismo, se sugiere una fuente de material heterogénea con la influencia marcada de los depósitos fluviales, con representantes acuáticos como las espículas de esponjas, asociado a elementos continentales como los fitolitos globulares de palmeras y fitolitos de afinidad graminoide, como los bilobados y conos truncados observados también en las muestras analizadas del presente trabajo.

En cuanto a la preservación del material biosilíceo, parte de los morfotipos presentan su superficies desgastadas, principalmente aquellos observados en el conjunto LLI, demostrando un transporte previo a su deposición, propio de un ambiente fluvial. Esta característica denota una aloctonía de los elementos y una posible pérdida de material fino, asociado esto a una potencial selección granulométrica del agente de transporte. Aquellos elementos observados sin signos marcados de desgaste (LLII), estarían asociados a una fuente de material más del tipo local, vinculados a la vegetación que se encontraba formando parte del estrato vegetal

al momento de la deposición. Una vez más, esta característica tafonómica de los morfotipos, revelan la importancia de su estudio en la asignación de las posibles fuentes del material original (Bertoldi de Pomar, 1980; Zucol *et al.*, 2005; Patterer, 2010, 2012; Patterer y Brea, 2011).

CONCLUSIÓN

Las evidencias de desgaste en los fitolitos descriptos caracterizan un ambiente deposicional fluvial enérgico. Probablemente, en la asociación fitolítica observada en los niveles con material biosilíceo, los elementos de mayor tamaño representen al material alóctono extralocal, ya que los fitolitos de menor tamaño, que poseen mayor poder diagnóstico, hayan sido destruidos en el proceso de transporte propio del agente fluvial o bien como resultado de su tamaño hayan sido depositados en otros tramos de la cuenca acorde a la energía del agente de transporte. A su vez, los morfotipos de menor tamaño encontrados en los niveles superiores, representan el material con mayores características locales, que podrían vincularse con la vegetación local en el momento de la deposición de los sedimentos conjuntamente con un porcentaje de macrofitolitos que no mostraron signos evidentes de desgaste. La autoctonía de los microfitolitos está apoyada en la buena preservación del material y la ausencia de desgastes en sus contornos. De esta forma, el análisis de las asociaciones fitolíticas describe paleocomunidades constituidas por palmares asociados a gramineas megatérmicas o mesotérmicas con la presencia de elementos arbóreos y cuerpos de agua. Este tipo de vegetación indicaría un clima tropical a subtropical húmedo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los organizadores de I Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina realizado en septiembre de 2012 en la ciudad de Tucumán la oportunidad de poder presentar el trabajo extendido en el Acta Geológica Lilloana. El

presente trabajo forma parte de la Tesis Doctoral de uno de los autores (NIP) en la Carrera de Doctorado de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Córdoba. A las autoridades de la Administración de Parques Nacionales por las autorizaciones de Investigación (N° de orden DCM406, DCM406 RnvNEA 1 DCM406 RnvNEA 2). Este trabajo es una contribución al proyecto PICT 2008 N° 0176 (ANPCyT).

BILIOGRAFÍA

- APN. 1994. Administración de Parques Nacionales. Informe Inédito. Plan de Manejo Preliminar del Parque Nacional El Palmar.
- Bailey, J. W. 1856. On the non existence of polarizing silica in the organic kingdom. *American Journal Science*. 2, 21.
- Bertoldi de Pomar, H. 1975. Los silicofitolitos: Sinopsis de su conocimiento: *Darwiniana* 19: 173-206.
- Bertoldi de Pomar, H. 1980. Análisis comparativos de silicobiolitos de diversos sedimentos continentales argentinos. *Asociación Geológica Argentina Revista* 35: 547-557.
- Brandoni, D., B. S. Ferrero B. S. y E. Brunetto. 2010. *Myiodon darwini* Owen (Xenarthra, Mylodontinae) from the Late Pleistocene of Mesopotamia, Argentina. Remarks on individual variability, paleobiology, paleobiogeography, and paleoenvironment. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 1547-1558.
- Brea, M. 1994. The first permineralized wood of the Combretaceae in the Salto Chico Formation from Entre Ríos province, Argentina. *IAWA Journal* 15 (3): 328.
- Brea, M. 1998. *Ulmium mucilaginosum* n.sp. y *Ulmium artabeae* n.sp., Dos leños fósiles de Lauraceae en la Formación El Palmar, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 35 (2): 193-204.
- Brea, M. 1999. Leños fósiles de Anacardiaceae y Mimosaceae de la Formación El Palmar (Pleistoceno superior), departamento de Concordia, provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 36 (1): 63-69.
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2000. Lignofloras del Cenozoico superior del Noreste Argentino. En: Aceñolaza, F.G. y R. Herbst (eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie de Correlaciones Geológicas* 14: 254-253.
- Brea, M. y A. F. Zucol. 2001. Maderas fósiles de Combretaceae de la Formación El Palmar (Pleistoceno), provincia de Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana* 38: 499-417.
- Brea, M., A. F. Zucol y A. Scopel. 1999. Estudios paleobotánicos del Parque Nacional El Palmar (Argentina): I. Presencia de cuerpos cristalinos en leños fósiles de Myrtaceae. *Ameghiniana* 36 (4) suplemento. Resúmenes: 41R.
- Brea, M., Zucol, A. F., A. Scopel, F. E. Ruíz Selmo y P. Minotti. 2000. Estudio paleobotánico del Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos, Argentina): II. Reconstrucción de una paleocomunidad in situ. *Ameghiniana*, resúmenes 37 (4-suplemento): 70R.
- Brea, M., A. F. Zucol y A. Scopel. 2001. Estudios paleobotánicos del Parque Nacional El Palmar (Argentina): I. Inclusiones minerales en leños fósiles de Myrtaceae. *Natura Neotropicalis* 32: 33-40.
- Brea, M., A. F. Zucol y N. I. Patterer. 2010. Fossil woods from late Pleistocene sediments from El Palmar Formation, Uruguay Basin, Eastern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 163: 35-51.
- Cabrera, A. L. 1953. Esquema fitogeográfico de la República Argentina. *Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie). Botánica*. 8: 87-168.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, G. Bookbinder y M. P. Ledec. 1995. Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecorregiones de América Latina y el Caribe. Publ. Banco Mundial – Fondo Mundial para la Naturaleza. 135 pp. Washington.
- Ferrero, B. 2009. Mamíferos del Cuaternario de la provincia de Entre Ríos, Argentina: Diversidad y evolución. Aspectos bioestratigráficos y paleoogeográficos de una fauna particular. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata. 425 pp.
- Ferrero, B., D. Brandoni, J. I. Noriega y A. Carlini, A. 2007. Mamíferos de la Formación El Palmar (Pleistoceno tardío) de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, n.s.* 9 (2), 109-117.
- Gee, G. W. y J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. En: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph N-9*, second ed. ASA and SSSA, Madison, WI, 383-411.
- Iriondo, M. H. 1980. El cuaternario de Entre Ríos. *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*. 11: 125-141.
- Iriondo, M. H. y D. Kröhlhling. 2008. Cambios ambientales en la cuenca del Uruguay (desde el Presente hasta dos millones de años atrás). *Colección Ciencia y Técnica, Universidad Nacional del Litoral*. 330 pp. Santa Fe.
- Kröhlhling, D. 2009. La Formación El Palmar, una unidad fluvial asignable al sub-estadio cálido EIO 5^a (Pleistoceno Tardío) de la cuenca del río Uruguay. *Natura Neotropicalis* 40 (1 y 2).
- Nalepka, D. y A. Walanus. 2003. Data processing in pollen analysis: *Acta Paleobotánica*, 43 (1): 125-134.

- Lutz, A. I. 1979. Maderas de angiospermas (Anacardiaceae y Leguminosae) del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 3: 39-63.
- Lutz, A. I. 1980. *Palmaxylon concordiensis* n.sp. del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, República Argentina. II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso Latinoamericano de Paleontología. Actas III: 129-140. Buenos Aires.
- Lutz, A. I. 1984. *Palmaxylon yuquerensis* n.sp. del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. III Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía. Actas: 197-207.
- Lutz, A. I. 1986. Descripción morfo-anatómica del estípite de *Palmaxylon concordiensis* del Plioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Facena* 6: 17-32.
- Patterer, N. I. 2010. Resultados preliminares del análisis fitolítico en facies fluviales de la Formación El Palmar (Pleistoceno Superior), en la cuenca del río Uruguay, Argentina. En: X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología. La Plata 2010. 329 p.
- Patterer, N. I. 2012. Análisis Fitolíticos de la Formación El Palmar (Pleistoceno superior) en la cuenca del río Uruguay (este de Argentina). Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba. 307 p.
- Patterer, N. I. y M. Brea. 2011. Phytolith Analysis in fluvial sediments of El Palmar Formation (late Pleistocene) in eastern Argentina. 8th International Meeting on Phytolith Research. Estes Park, Colorado, USA. Abstracts: 42-43.
- Patterer, N. I., E. Passeggi y A. F. Zucol. 2011. Análisis fitolíticos de suelos del sudoeste de la Provincia de Entre Ríos (Argentina) como una herramienta para comprender sus procesos pedológicos. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 28 (1): 132-146.
- Patterer, N. I., D. Kröhling, E. Passeggi, A. F. Zucol y M. Brea. 2012 a. Análisis Fitolíticos en Sedimentos Fluviales Cuaternarios (Formaciones San Salvador y El Palmar) del río Uruguay, este de Argentina. En: Trabajos extendidos. III Jornadas del Cenozoico (Montevideo).
- Patterer, N. I., A. F. Zucol y M. Brea. 2012 b. Análisis Fitolíticos del perfil sedimentario Los Loros, Formación El Palmar (Pleistoceno Superior), en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina. I Simposio del Mioceno-Pleistoceno del Centro y Norte de Argentina, Resúmenes, p. 27.
- Ramos, R. S., M. Brea y D. M. Kröhling. 2012. Leños fósiles de la Formación El Palmar (Pleistoceno Tardío) en el parque Nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina. *Ameghiniana*. 49 (4): 606-622.
- Tonni, E. P. 1987. *Stegomastodon platensis* (Mammalia, Proboscidae, Gomphotheriidae) y la antigüedad de la Formación El Palmar en el Departamento Colón, Provincia de Entre ríos, República Argentina. *Ameghiniana* 2 (3-4): 323-324.
- Twiss, P. C. 1992. Predicted world distribution of C3 and C4 grass phytoliths. En: Rapp, G. 656 y Mulholland, S.C. (eds.), *Phytoliths Systematics. Emerging Issues. Advances in 657 Archaeological and Museum Science*, 1, 113-128.
- Walanus, A y D. Nalepka. 2000. POLPAL. Counting pollen, tables storage and diagrams plotting. System manual: Cracovia, Polonia, Polish Academy of Sciences, W. Szafer Institute of Botany. 25 pp.
- Zucol, A. F., M. Brea y A. Scopel. 2005. First record of fossil Wood and phytoliths assemblages of the Upper Pleistocene in El Palmar National Park (Argentina). *Journal American Earth Sciences* 20 (1-2): 33-43.
- Zucol, A. F., E. Passeggi, M. Brea, N. I. Patterer, Ma. G. Fernández Pepi y M. M. Colobig. 2010. Phytolith analysis for the patrok aike lake drilling project: sample treatment protocols for the pasado microfossil manual». En: Corbella, H. & Maidana, N. I. (Eds.). 1ª Reunión Internodos del Proyecto Interdisciplinario Patagonia Austral y 1er Workshop Argentino del Proyecto Potrok Aike Maar Lake Sediment Archive Drilling Project. Proyecto Editorial PIPA. Buenos Aires, Argentina. Pp 81-84.